

14 JAN 2003

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 04 JUL 2003  
WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 32 050.0

**Anmeldetag:** 16. Juli 2002

**Anmelder/Inhaber:** Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen

**IPC:** F 02 M 61/18

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 19. Mai 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident

Im Auftrag

*W. Wallner*

11.07.2002 H1

5 ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen

10

Stand der Technik

Die Erfindung geht von einem Kraftstoffeinspritzventil für  
15 Brennkraftmaschinen aus, wie es aus dem Stand der Technik  
bekannt ist, beispielsweise aus der Offenlegungsschrift DE  
196 18 650 A1. In einem Ventilkörper ist eine Bohrung ausge-  
bildet, in der eine kolbenförmige Ventilnadel längsver-  
schiebbar angeordnet ist, die an ihrem brennraumseitigen En-  
de eine Ventildichtfläche aufweist. Am brennraumseitigen En-  
de wird die Bohrung vom einem Ventilsitz begrenzt, mit dem  
die Ventildichtfläche der Ventilnadel zusammenwirkt und so  
durch ihre Längsbewegung die Öffnung wenigstens einer Ein-  
spritzöffnung steuert, die am brennraumseitigen Ende des  
Ventilkörpers ausgebildet ist.

20

30

35

Der Ventilsitz und die Ventildichtfläche sind zumindest im  
wesentlichen konisch ausgebildet. Durch die kurzen Öffnungs-  
zeiten des Kraftstoffeinspritzventils muss die Ventilnadel  
mit sehr großen Kräften bewegt werden, um entsprechend klei-  
ne Schaltzeiten zu erreichen. Dadurch erreicht die Ventilna-  
del hohe Geschwindigkeiten, mit der sie bei der Schließbewe-  
gung mit der Ventildichtfläche auf den Ventilsitz auf-  
schlägt. Insbesondere bei sogenannten Common-Rail-  
Einspritzsystemen, wie sie beispielsweise aus der DE 198 27  
267 A1 bekannt sind, ergeben sich deshalb hohe Anforderungen

an den Ventilsitz und die Ventilnadel, um eine hohe Lebensdauer des Kraftstoffeinspritzventils und eine möglichst über die gesamte Lebensdauer gleichbleibende Einspritzcharakteristik zu erreichen.

5

Die Bewegung der Ventilnadel in der Bohrung geschieht beispielsweise dadurch, dass auf die Ventilnadel in Richtung des Ventilsitzes eine Schließkraft wirkt. Die der Schließkraft entgegengerichtete Öffnungskraft auf die Ventilnadel ergibt sich durch Beaufschlagung der Ventilnadel mit Kraftstoff unter Druck, wobei auch ein Teil der Ventildichtfläche hierbei eine hydraulisch wirksame Kraft erfährt. Bei den bisher bekannten Kraftstoffeinspritzventilen kommt es im Betrieb zu einem Sitzverschleiß, das heißt, dass sich die Ventildichtfläche und der Ventilsitz mit der Zeit aneinander angelichen und sich die hydraulisch wirksame Teilstufe der Ventildichtfläche verändert. Dadurch ist die Einspritzung nicht mehr optimal und es kann zu erhöhten Abgasemissionen kommen.

20

Im Hochdruckbereich von Common-Rail-Kraftstoffeinspritzventilen, wozu auch der Bereich des Ventilsitzes zählt, kommt es als Folge der Einspritzvorgänge in der Regel zu Druckschwingungen. Zwischen zwei Einspritzungen treten dadurch oszillierende Kräfte auf den Ventilsitz und die Ventildichtfläche auf, die der hohen konstanten Grundlast durch den ständig anliegenden Hochdruck überlagert ist. Dadurch tritt zwischen Ventildichtfläche und Ventilsitz Verschleiß auf, der die Lebensdauer des Kraftstoffeinspritzventils beeinträchtigt.

30

#### Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 weist demgegenüber den Vorteil auf, dass das Kraftstoffeinspritzventil ein

35

besseres Driftverhalten der Einspritzmenge und eine längere Lebensdauer aufweist. Die Ventildichtfläche der Ventilnadel und/oder des Ventilsitzes weisen Mikrovertiefungen im Kontaktbereich auf, die zu einer verbesserten Schmierung zwischen Ventilsitz und Ventilnadel im hochbelasteten Bereich führen. Durch eine gezielte Anpassung der Mikrovertiefungen, die in ihrer Gesamtheit eine Mikrostrukturierung bilden, an die tribologisch relevante Beanspruchung wird der Verschleiß am Ventilsitz reduziert und damit die Lebensdauer des Einspritzsystems erhöht.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Gegenstandes der Erfindung sind die Mikrovertiefungen als einzelne, voneinander getrennte Näpfchen ausgebildet. Bei einem Durchmesser der einzelnen Näpfchen von beispielsweise  $5 \mu\text{m}$ , die mit einem Abstand von ebenfalls  $5 \mu\text{m}$  in einem Rechteckraster angeordnet sind, lassen sich bis zu 10.000 Schmierdepots pro  $\text{mm}^2$  ausbilden. Bei einem größeren Durchmesser der Näpfchen sind entsprechend weniger pro Flächeneinheit vorhanden. Die Anordnung der Näpfchen kann auch in der Weise optimiert werden, dass der Abstand der Näpfchen voneinander in Umfangsrichtung der Ventildichtfläche bzw. des Ventilsitzes vom Abstand in Längsrichtung verschieden ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung sind die Mikrovertiefungen als Nuten oder Nutsegmente ausgebildet, die entweder voneinander getrennt sind oder sich teilweise überlappen oder kreuzen. Es kann hierbei vorteilhaft sein, wenn die Nuten über den gesamten Umfang der Ventildichtfläche der Ventilnadel und/oder des Ventilsitzes verlaufen, was sich einfach herstellen lässt.

Aufgrund der geringen Tiefe der Mikrovertiefungen können diese mit verschiedenen Verfahren an der Dichtfläche des Ventilglieds ausgebildet werden. Beispielsweise sind hierfür Laserbearbeitung, Hartdrehen, Funkenerosion oder lithogra-

phische Verfahren geeignet. Mit diesen Verfahren lässt sich eine große Zahl von Schmierdepots kostengünstig und in kurzer Zeit herstellen.

5 Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Ge-  
genstandes der Erfindung sind der Beschreibung und der  
Zeichnung entnehmbar.

Zeichnung

10 In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungs-  
gemäßen Kraftstoffeinspritzventils dargestellt. Es zeigt die  
Figur 1 ein Kraftstoffeinspritzventil im wesentlichen Be-  
reich im Längsschnitt,  
15 Figur 2 eine Vergrößerung des mit II bezeichneten Aus-  
schnitts der Figur 1,  
Figur 3a,  
Figur 3b und  
Figur 3c eine Vergrößerung von Figur 2 im mit III bezeich-  
neten Ausschnitt verschiedener Ausführungsbei-  
20 spiele und  
Figur 4 dieselbe Ansicht wie Figur 2 mit Nuten als Mikro-  
vertiefungen.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Figur 1 ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils in seinem wesentlichen Ausschnitt im Längsschnitt dargestellt. In einem Ventilkörper 1 ist eine Bohrung 3 ausgebildet, in der eine kolbenförmige Ventilnadel 5 längsverschiebbar angeordnet ist. Der Ventilkörper 1 ist hierbei in einer in der Zeichnung nicht dargestellten Brennkraftmaschine angeordnet, so dass er mit seinem brennraumseitigen Ende in den Brennraum der Brennkraftmaschine ragt beziehungsweise einen Teil der Wandung des Brennraums bildet. Die Ventilnadel 5 weist brennraumabgewandt einen

Führungsabschnitt 15 auf, der in einem Führungsbereich 23 der Bohrung 3 dichtend geführt ist. Ausgehend vom Führungsabschnitt 15 verjüngt sich die Ventilnadel 5 dem Brennraum zu unter Bildung einer Druckschulter 13, die die Ventilnadel 5 auf ihrem gesamten Umfang umgibt. An ihrem brennraumseitigen Ende geht die Ventilnadel 5 in eine im wesentlichen konische Ventildichtfläche 7 über, die mit einem Ventilsitz 9 zusammenwirkt, der ebenfalls im wesentlichen konisch geformt ist und der die Bohrung 3 an ihrem brennraumseitigen Ende begrenzt. Im Ventilsitz 9 ist wenigstens eine Einspritzöffnung 11 ausgebildet, die den Ventilsitz 9 mit dem Brennraum der Brennkraftmaschine verbindet. Zwischen der Ventilnadel 5 und der Wand der Bohrung 3 ist ein Druckraum 19 ausgebildet, der auf Höhe der Druckschulter 13 radial erweitert ist, wobei ein im Ventilkörper 1 ausgebildeter Zulaufkanal 25 in diese radiale Erweiterung mündet. Über den Zulaufkanal 25 kann der Druckraum 19 mit Kraftstoff unter hohem Druck befüllt werden, der dann den Druckraum 19 durchfließt und so bis zum Ventilsitz 9 gelangt.

Durch eine in der Zeichnung nicht dargestellte Vorrichtung wird eine konstante oder zeitlich veränderliche Schließkraft auf das brennraumabgewandte Ende der Ventilnadel 5 ausgeübt, so dass die Ventilnadel 5 mit ihrer Ventildichtfläche 7 in Anlage an den Ventilsitz 9 gedrückt wird. Dieser Schließkraft wirkt die hydraulische Kraft entgegen, die durch den Kraftstoffdruck im Druckraum 19 auf die Druckschulter 13 und auf Teile der Ventildichtfläche 7 wirkt. Zur Steuerung der Längsbewegung der Ventilnadel 5 in der Bohrung 3 werden diese beiden Kräfte eingesetzt. Übersteigt die hydraulische Kraft auf die Ventilnadel 5 die Schließkraft, so hebt die Ventilnadel 5 mit ihrer Ventildichtfläche 7 vom Ventilsitz 9 ab, und Kraftstoff fließt aus dem Druckraum 19 durch die Einspritzöffnungen 11 in den Brennraum der Brennkraftmaschine. Wird die Schließkraft erhöht beziehungsweise die hydraulische Kraft vermindert, so überwiegt die Schließkraft auf

die Ventilnadel 5, und die Ventilnadel 5 gelangt mit ihrer Ventildichtfläche 7 wieder in Anlage an den Ventilsitz 7, wodurch die Einspritzöffnungen 11 verschlossen werden.

5 In Figur 2 ist eine Vergrößerung des mit II bezeichneten Ausschnitts von Figur 1 gezeigt, also eine Vergrößerung des Ventilsitzbereichs des Kraftstoffeinspritzventils. Die Ventildichtfläche 7 unterteilt sich in zwei Konusflächen, von denen sich die erste Konusfläche 107 direkt an den zylindrischen Abschnitt der Ventilnadel 5 anschließt, während die zweite Konusfläche 207 an die erste Konusfläche 107 grenzt und die Spitze der Ventilnadel 5 bildet. Die erste Konusfläche 107 weist einen größeren Öffnungswinkel auf als die zweite Konusfläche 207, so dass am Übergang der beiden Konusflächen 107 und 207 eine Dichtkante 30 ausgebildet ist.  
10 Der Ventilsitz 9 weist einen Öffnungswinkel auf, der zwischen dem Öffnungswinkel der ersten Konusfläche 107 und dem der zweiten Konusfläche 207 liegt, so dass die Dichtkante 30 in Schließstellung der Ventilnadel 5 am Ventilsitz 9 zur Anlage kommt. Die Einspritzöffnungen 11, von denen in der Regel mehrere über den Umfang des Ventilkörpers 1 verteilt angeordnet sind, sind stromabwärts der Dichtkante 30 angeordnet, so dass sie durch die Ventilnadel 5 verschlossen werden  
15 können.  
20

30 Die Schaltzeiten der Ventilnadel 5 sind sehr kurz: Da bei schnelllaufenden Brennkraftmaschinen, wie sie in Personenkraftwagen verwendet werden, mehr als 2000 Einspritzungen pro Minute stattfinden können, dauert ein Einspritzvorgang nur etwa 1 ms. Deshalb wirken auf die Ventilnadel 5 große Kräfte und damit hohe Beschleunigungen, die die Ventilnadel 5 mit großer Geschwindigkeit auf dem Ventilsitz 9 aufschlagen lassen, wobei sich im Betrieb des Kraftstoffeinspritzventils die Dichtkante 30 etwas in den Ventilsitz 9 einschlagen wird, so dass es zu einer Anpassung zwischen Ventildichtfläche 7 und Ventilsitz 9 kommt. Die Ventildichtflä-  
35

che 7 und der Ventilsitz 9 sind deshalb mechanisch äußerst stark belastet. Auf der einen Seite darf der Sitzbereich des Ventilkörpers 1 nicht zu hart sein, um einen Bruch in diesem Bereich auszuschließen. Auf der anderen Seite darf sich die Dichtkante 30 im Betrieb nicht zu sehr in den Ventilsitz 9 einschlagen, da sich dann auch die vom Kraftstoff im Druckraum 19 beaufschlagte Teilfläche der Ventildichtfläche 7 ändert und damit der Druck, bei dem die Ventilnadel 5 entgegen der Schließkraft in Öffnungsrichtung bewegt wird. Eine Änderung dieses Öffnungsdrucks bewirkt auch eine Änderung der gesamten Öffnungsdynamik, so dass eine präzise Einspritzung nicht mehr gewährleistet ist.

Bei Einspritzventilen, bei denen ständig Kraftstoffhochdruck im Druckraum und damit auch am Ventilsitz anliegt, ergibt sich durch Druckschwingungen eine weitere Belastung. Durch das Schließen der Ventilnadel wird der Kraftstoff im Druckraum, der zum Ventilsitz hin fließt, abrupt abgebremst, so dass sich die kinetische Energie in Kompressionsarbeit umwandelt und infolge dessen Druckschwingungen auftreten, was zu einer periodischen Belastung im Bereich von Ventilsitz und Ventildichtfläche führt. Auf diese Weise beanspruchte Kraftstoffeinspritzventile werden hauptsächlich in Common-Rail-Einspritzsystemen verwendet. Außerdem kann bei Kraftstoffeinspritzventilen, bei denen die Schließkraft auf die Ventilnadel durch den hydraulischen Druck in einem Steuerraum erzeugt wird, Druckschwingungen in diesem Steuerraum auftreten, was ebenfalls zu periodischen Kräften auf die Ventilnadel in ihrer Schließstellung führen kann.

Um den Verschleiß an der Grenzfläche zwischen der Ventildichtfläche 7 und dem Ventilsitz 9 zu vermindern und damit die Lebensdauer zu erhöhen ist es vorgesehen, am Ventilsitz 9 oder an der Ventildichtfläche 7 Mikrovertiefungen auszubilden. Figur 3a zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel, bei dem ein vergrößerter Ausschnitt der Ventildichtfläche 7 dar-

gestellt ist, der in Figur 2 mit III bezeichnet ist. Die Ventildichtfläche 7 ist mit Näpfchen 32 bedeckt, die einzeln ausgebildet und voneinander beabstandet sind. Die Näpfchen 32 sind kreisrunde Mikrovertiefungen, die in diesem Beispiel 5 in einem Rechteckmuster angeordnet sind. Die Tiefe der Näpfchen beträgt 0,5 µm bis 50 µm, wobei eine Tiefe von 3 µm bis 20 µm besonders vorteilhaft ist. Die Näpfchen haben einen Durchmesser zwischen 5 µm und 100 µm, wobei sich eine Größe von 10 µm bis 50 µm als besonders vorteilhaft erwiesen hat. Der Abstand der Näpfchen 32 voneinander ist im Bereich von 10 10 µm bis 500 µm, kann aber in bestimmten Fällen auch außerhalb dieses Bereichs liegen.

Durch die Näpfchen 32 wird ein Kraftstoff-Schmierfilm auf 15 der Ventildichtfläche 7 gehalten, so dass auch bei geschlossener Ventilnadel 5, also wenn diese auf dem Ventilsitz 9 aufliegt, eine ausreichende Schmierung zwischen diesen Bauteilen gewährleistet ist. Es wird so der Verschleiß zwischen 20 der Ventildichtfläche 7 und dem Ventilsitz 9 vermindert, wenn es durch die verschiedenen Betriebszustände des Kraftstofffeinspritzventils zu Druckschwingungen im Druckraum 19 kommt und damit zu Verformungen des Ventilkörpers 1 im Bereich des Ventilsitzes 9. Der gleiche, verschleißmindernde Effekt wird erreicht, wenn solche Näpfchen 32 neben der Ventildichtfläche 7 auch im Ventilsitz 9 ausgebildet sind. Es kann auch vorgesehen sein, nur im Ventilsitz 9 Näpfchen 32 und damit eine Mikrostruktur auszubilden, jedoch wird es im allgemeinen leichter sein, eine Mikrostruktur auf der Ventildichtfläche 7 der Ventilnadel 5 auszubilden, da diese 30 leichter zugänglich ist.

Figur 3b zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel für Mikrovertiefungen in der Ventildichtfläche 7, wobei der dargestellte Ausschnitt gleich dem der Figur 3a ist. Anstelle von Näpfchen sind hier Nutsegmente 35 ausgebildet, die in diesem 35 Beispiel konzentrisch um ein Zentrum angeordnet sind. Die

Nutsegmente 35 ergeben eine Vorzugsrichtung, so dass die Schmierwirkung dieser Mikrovertiefungen durch eine geeignete Orientierung auf der Ventildichtfläche 7 optimiert werden kann. Auch hier kann es vorgesehen sein, die Nutsegmente 35 auch oder ausschließlich auf dem Ventilsitz 9 auszubilden, je nach dem, was für die Schmierwirkung geeigneter ist oder weniger Kosten verursacht.

Figur 3c zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Mikrovertiefungen, die hier als Nuten 38 ausgebildet sind. Der gezeigte Ausschnitt entspricht in seiner Größe der Figur 3a und 3b. Die Nuten 38 verlaufen beispielsweise parallel zu einander und in tangentialer Richtung auf der Ventildichtfläche 7. In Figur 4 ist dies beispielhaft an der ersten Konusfläche 107 dargestellt. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass sich die Nuten überkreuzen, wie dies in Figur 4 an der zweiten Konusfläche 207 dargestellt ist. Durch die Orientierung der Nuten 38, ihre Breite und ihre Tiefe lassen sich auch hier die Schmiereigenschaften einstellen und so optimieren.

Die Herstellung der Mikrovertiefungen 32, 35, 38 kann mit verschiedenen Techniken erfolgen. So eignet sich für Nuten 38 Feindrehen, Hartdrehen oder eine Strahlbearbeitung. Näpfchen 32 können beispielsweise durch Mikroprägen, Funkenerosion oder mit lithographischen oder elektrochemischen Verfahren eingebracht werden. Die gleichen Verfahren eignen sich auch für die Herstellung der Nutsegmente 35. Nach dem Einbringen der Mikrostruktur in Ventildichtfläche 7 oder Ventilsitz 9 ist es vorgesehen, die Oberfläche nachzubehandeln, beispielsweise durch Läppen, Feinschleifen oder Finischen. Welches Verfahren im einzelnen ausgewählt wird, hängt von der Art der Mikrovertiefungen, vom Material und von der Größe der zu bearbeitenden Fläche ab.

11.07.2002 H1

5 ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Ansprüche

- 10 1. Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Ventilkörper (1), in dem in einer Bohrung (3) eine kolbenförmige Ventilnadel (5) angeordnet ist, und mit einem Ventilsitz (9), der am brennraumseitigen Ende der Bohrung (3) ausgebildet ist und der mit einer an der Ventilnadel (5) ausgebildeten Ventildichtfläche (7) zusammenwirkt, so dass durch die Längsbewegung der Ventilnadel (5) die Öffnung wenigstens einer am brennraumseitigen Ende des Ventilkörpers (1) ausgebildeten Einspritzöffnung (11) gesteuert wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventildichtfläche (7) und/oder der Ventilsitz (9) Mikrovertiefungen (32; 35; 38) aufweisen.
- 15 2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrovertiefungen (32; 35; 38) einzeln und voneinander getrennt ausgebildet sind.
- 20 3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrovertiefungen (32; 35; 38) als Näpfchen (32) ausgebildet sind.
- 25 4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Näpfchen (32) in Umfangsrichtung der Ventilnadel (5) gesehen einen kleineren Abstand zueinander aufweisen als in Längsrichtung der Ventilnadel (5).

5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3; dadurch gekennzeichnet, dass die Näpfchen (32) in Umfangsrichtung der Ventildichtfläche (7) einen größeren Abstand zwischeneinander aufweisen als in Längsrichtung der Ventilnadel (5).

6. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrovertiefungen (32; 35; 38) einen Abstand (a) voneinander zwischen 5 µm und 500 µm aufweisen.

7. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrovertiefungen (32; 35; 38) als Nuten (38) ausgebildet sind.

15 8. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrovertiefungen (32; 35; 38) als Nutsegmente (35) ausgebildet sind.

9. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Mikrovertiefungen (32; 35; 38) zumindest teilweise überkreuzen.

10. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrovertiefungen (32; 35; 38) in konzentrischen Kreisen um den gesamten Umfang der Ventildichtfläche (7) und/oder des Ventilsitzes (9) verlaufen.

25 11. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Mikrovertiefungen (32; 35; 38) zumindest teilweise überlappen.

12. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrovertiefungen (32; 35; 38) ei-

ne Tiefe zwischen 0,5 µm und 50 µm, vorzugsweise zwischen 3 µm und 20 µm aufweisen.

13. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrovertiefungen (32; 35; 38) eine Breite (b) zwischen 5 µm und 100 µm, vorzugsweise zwischen 10 µm und 50 µm aufweisen.

5 14. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrovertiefungen (32; 35; 38) durch Strahlbearbeitung, Laserbearbeitung, Hartdrehen, Mikroprägen, Funkenerosion oder durch lithographische oder elektrochemische Verfahren gefertigt sind.

15 15. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Nuten (38) durch Feindrehen gefertigt sind.

20 16. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrovertiefungen (32; 35; 38) nach dem Feinbearbeiten der Ventildichtfläche (7) und des Ventilsitzes (9) eingebracht sind und die Flächen anschließend durch Läppen, Feinschleifen oder Finishen nachbearbeitet sind.

11.07.2002 Hl

5 ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen

10 Zusammenfassung

15 Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Ventilkörper (1), in dem in einer Bohrung (3) eine kolbenförmige Ventilnadel (5) angeordnet ist. Die Bohrung (3) wird an ihrem brennraumseitigen Ende von einem Ventilsitz (9) begrenzt, welcher mit einer an der Ventilnadel (5) ausgebildeten Ventildichtfläche (7) zusammenwirkt, so dass durch die Längsbewegung der Ventilnadel (5) die Öffnung wenigstens einer am brennraumseitigen Ende des Ventilkörpers (1) ausgebildeten Einspritzöffnung (11) gesteuert wird. An der Ventildichtfläche (7) und/oder dem Ventilsitz (9) sind Mikrovertiefungen ausgebildet (Figur 2).

20

1 / 4

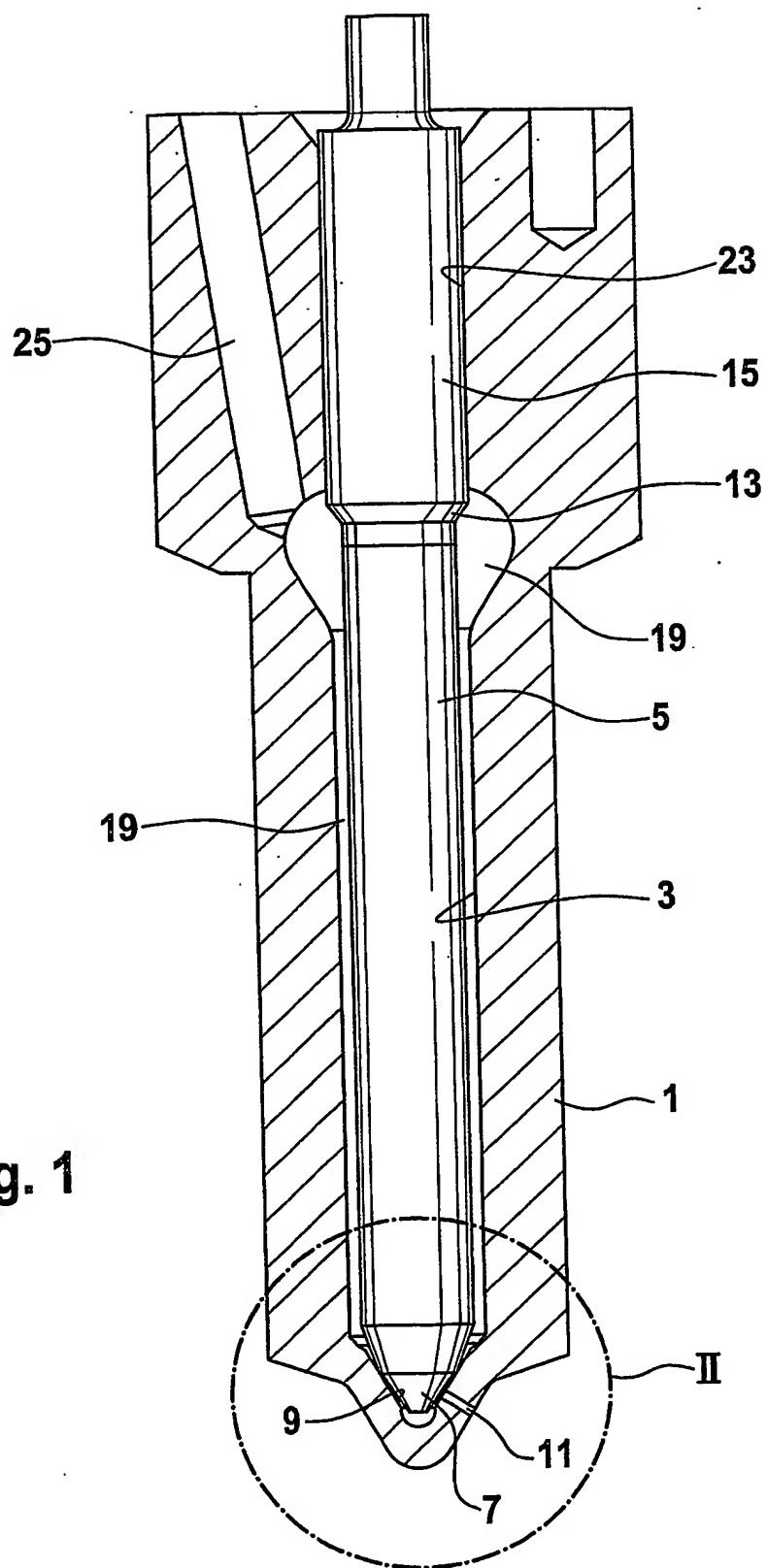
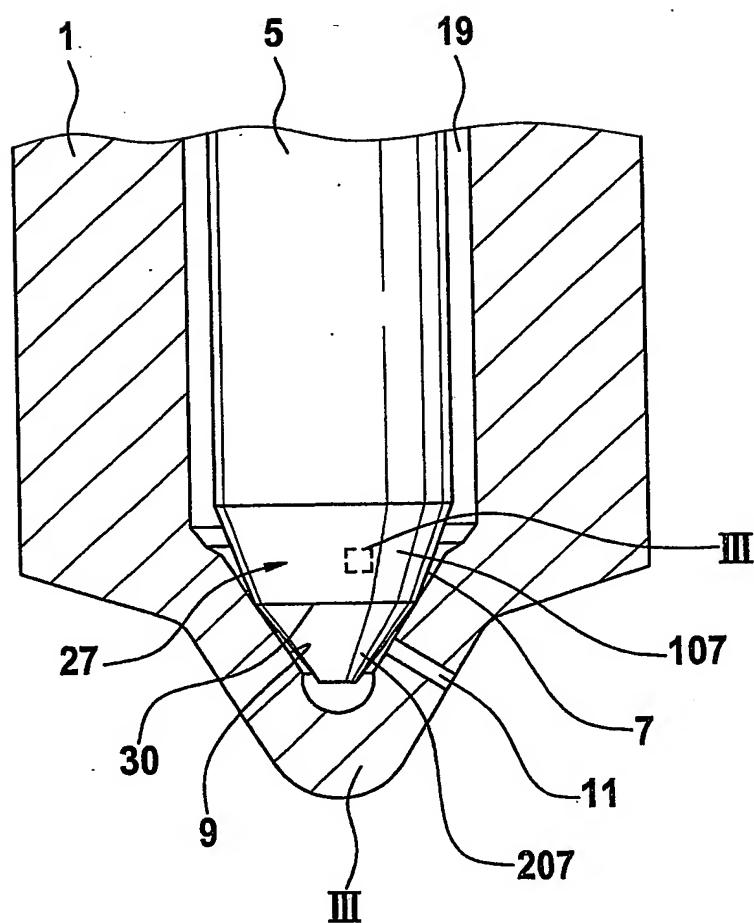


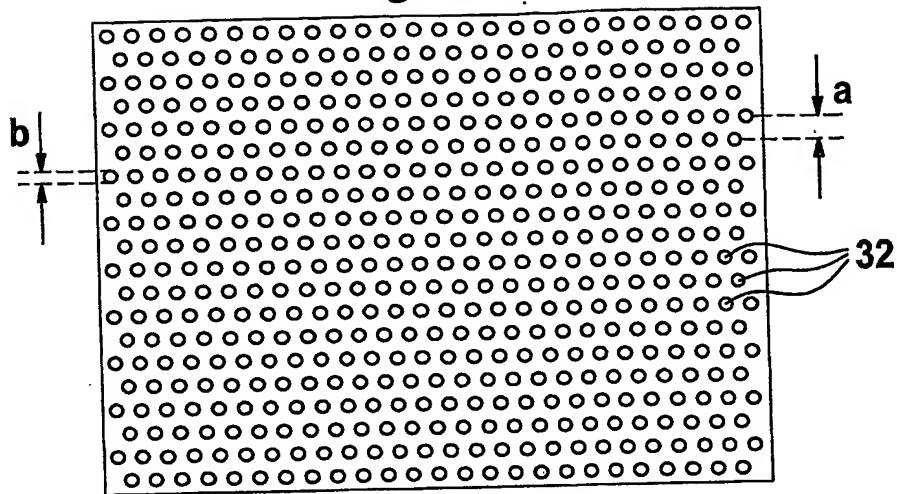
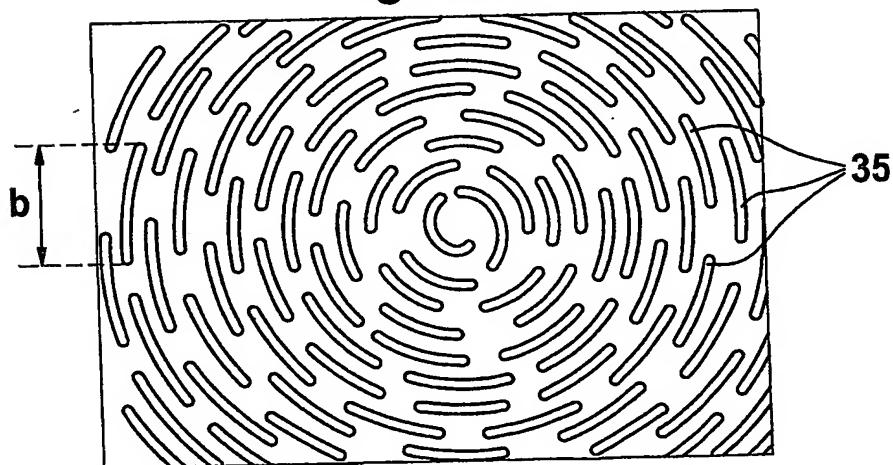
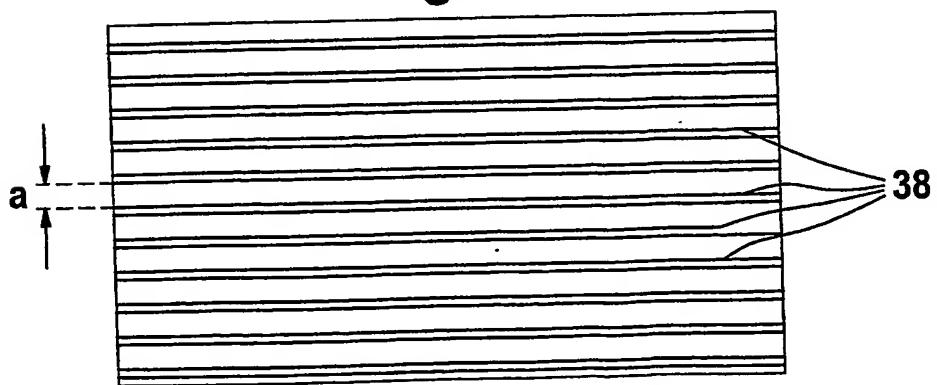
Fig. 1

2 / 4

Fig. 2

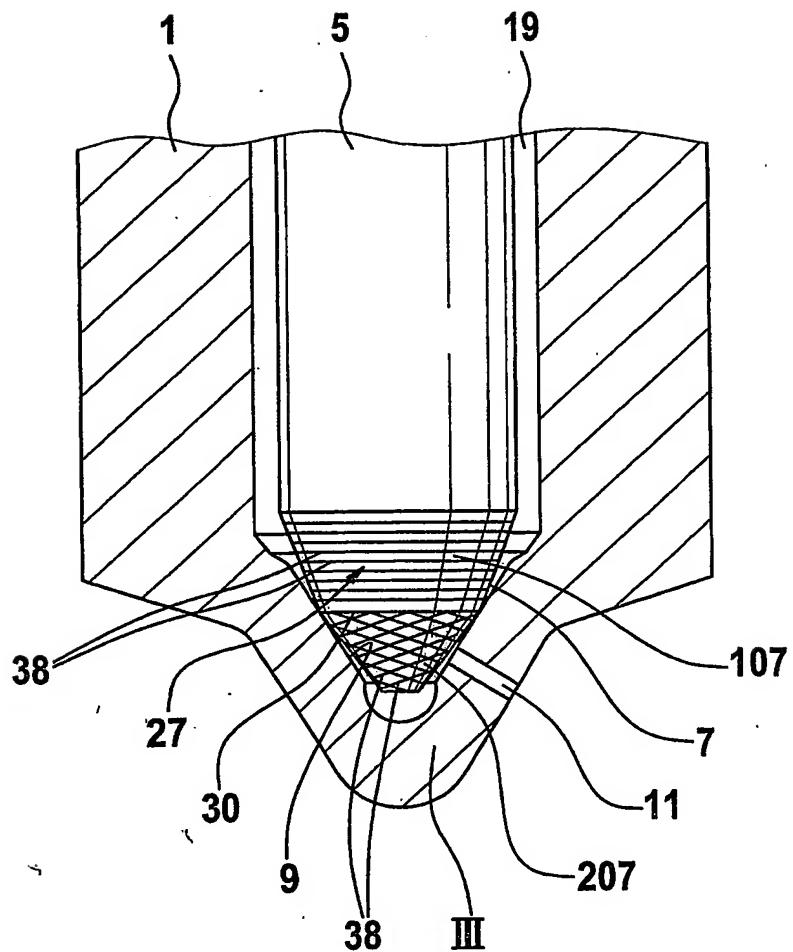


3 / 4

**Fig. 3a****Fig. 3b****Fig. 3c**

4 / 4

Fig. 4



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**